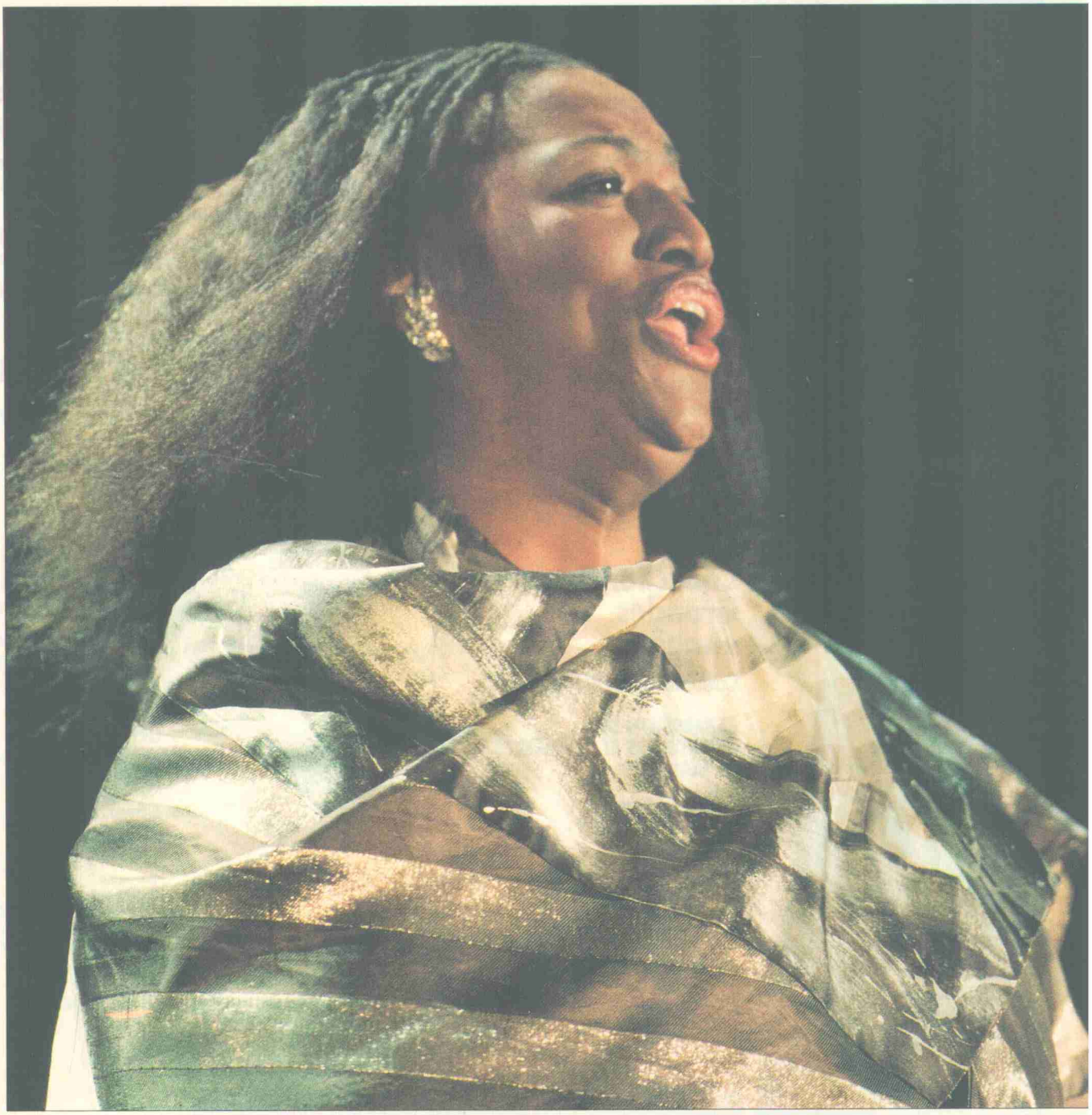
LA VOIX CHANTÉE

LE CHANT CLASSIQUE NÉCESSITE DE NOMBREUSES ANNÉES D'APPRENTISSAGE EN RAISON DE SA COMPLEXITÉ. NON SEULEMENT LE FUTUR ARTISTE LYRIQUE DOIT APPRENDRE À UTILISER SON APPAREIL VOCAL D'UNE MANIÈRE TOTALEMENT DIFFÉRENTE DE CELLE DONT IL S'EN SERT HABITUELLEMENT POUR PARLER, MAIS IL LUI FAUT, EN PLUS, ACQUÉRIR DES AUTOMATISMES NEURO-MUSCULAIRES EXTRÊMEMENT COMPLEXES SANS AIDE VISUELLE OU TACTILE, COMME C'EST LE CAS POUR L'APPRENTISSAGE DES AUTRES INSTRUMENTS DE MUSIQUE.

NICOLE SCOTTO DI CARLO



Le fonctionnement de l'appareil vocal peut être assimilé à celui d'un instrument à vent. Comme lui, il est constitué de trois éléments : une soufflerie (en l'occurrence les poumons), un vibrateur (les cordes vocales) et un résonateur (la cavité pharyngo-buccale) (fig. 1).

Que se passe-t-il quand on parle ou que l'on chante ? Le souffle provenant des poumons s'engage dans la trachée en haut de laquelle il se heurte aux cordes vocales. Il s'agit de deux muscles qui ressemblent à des lèvres, situés à l'extrémité supérieure de la trachée, parallèlement à sa section. L'air pulmonaire va être débité en bouffées d'air à chaque ouverture des cordes vocales. Ces bouffées d'air vont se succéder à un rythme plus ou moins rapide selon que les cordes vocales vibreront plus ou moins vite. Plus elles vibreront vite, plus le son sera aigu et inversement. Ainsi, lorsque la célèbre cantatrice Mado Robin émettait la note la plus aiguë qu'une voix puisse atteindre (le $ré_6$) ses cordes vocales vibraient 2 349 fois par seconde !

Après ce rapide survol de l'appareil vocal, voyons comment fonctionnent les trois éléments qui le composent, en commençant par la soufflerie. La respiration que l'on utilise lorsqu'on est au repos constitue une activité réflexe qui ne nécessite aucun effort physique. Le mécanisme en est simple : un message est envoyé par le cerveau au diaphragme pour qu'il se contracte. Cette contraction diaphragmatique va avoir pour conséquence d'élargir le thorax. En effet, lorsqu'il se contracte, le diaphragme s'abaisse, entraînant vers le bas le plancher de la cage thoracique et dilatant simultanément les six dernières côtes sur lesquelles il est inséré. L'élargissement de la cage thoracique va entraîner une augmentation du volume des poumons (qui lui sont solidaires dans la mesure où ils sont fixés à elle par la plèvre), créant ainsi une pression intra-pulmonaire inférieure à la pression atmosphérique. Cette situation de vide relatif à l'intérieur des poumons va déclencher un appel d'air important, et c'est ainsi que les poumons vont se remplir passivement. Pendant l'expiration, la contraction diaphragmatique se relâche et les poumons, ainsi que les voies aériennes et la cage thoracique, s'affaissent à nouveau. Ce cycle respiratoire se reproduit environ dix-sept fois par minute chez un adulte au repos, la prise d'air étant de l'ordre de 500 ml à chaque inspiration. La pratique du chant nécessite une quantité d'air plus importante, de l'ordre de 1 000 à 1 500 ml, selon les données de M. Bunch, professeur associé à l'université de Delaware[1], ce qui impose une plus grande dépense d'énergie. La respiration devient dans ce cas, un acte conscient ou volontaire. Quel en est le mécanisme ? Au cours de l'inspiration, le volume des poumons augmente de façon considérable car le thorax s'élargit dans toutes ses dimensions sous l'action simultanée de plusieurs groupes musculaires. L'activité de ces divers muscles est coordonnée à celle du diaphragme qui, en se contractant va descendre, augmentant ainsi le volume de la cavité thoracique. Ce mouvement du diaphragme refoule vers le bas et l'avant la masse viscérale, produisant

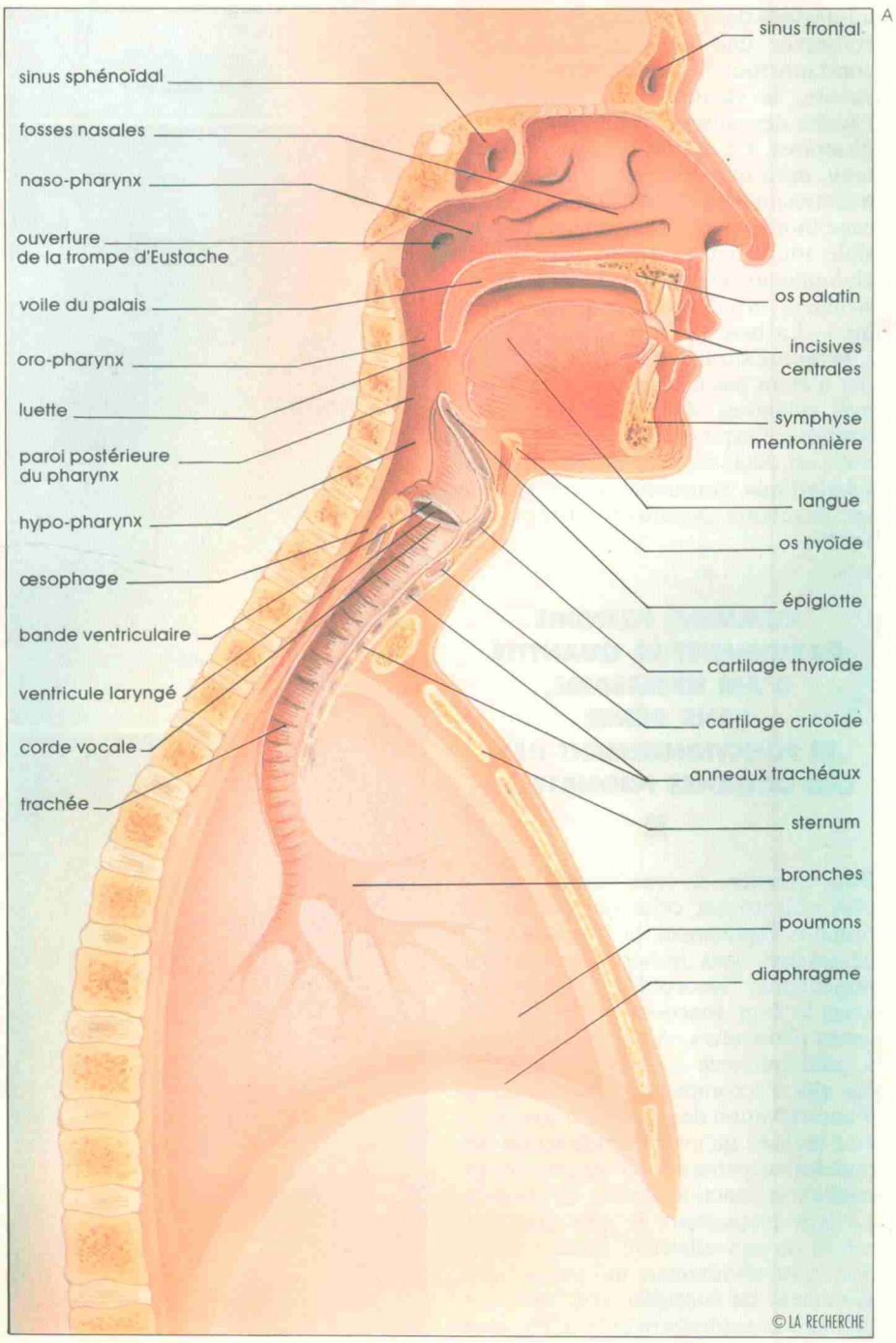


Figure 1. L'« appareil vocal » (A) n'est pas, comme son nom pourrait le laisser croire, un appareil spécifique n'ayant d'autres fonctions que de produire des sons. Il est composé d'éléments disparates, empruntés aux systèmes respiratoire et digestif qui, à l'origine, étaient seulement destinés à assurer la survie de l'espèce. Bien que l'homme n'ait pas été créé pour parler ou chanter, il a réussi, au cours de son évolution, à faire un usage de plus en plus sophistiqué de sa voix, jusqu'à devenir, en ce qui concerne les chanteurs d'opéra (B), un véritable athlète, doué non seulement d'une grande endurance mais capable de maîtriser parfaitement les 196 muscles (2 x 98) que nécessite la pratique du chant. (Jessye Norman, Stills)

Directeur de recherche au CNRS, **NICOLE SCOTTO DI CARLO** est actuellement la seule spécialiste de l'odologie en France. Outre ses recherches menées au sein de l'URA 261, elle assure l'enseignement de cette discipline à l'Université de Provence.

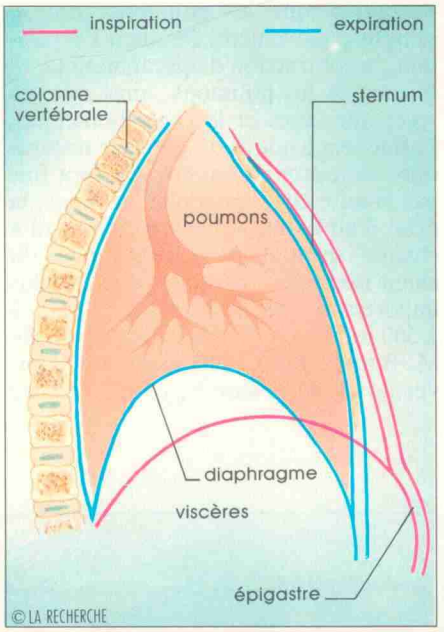
un renflement de la partie supérieure de l'abdomen appelée épigastre.

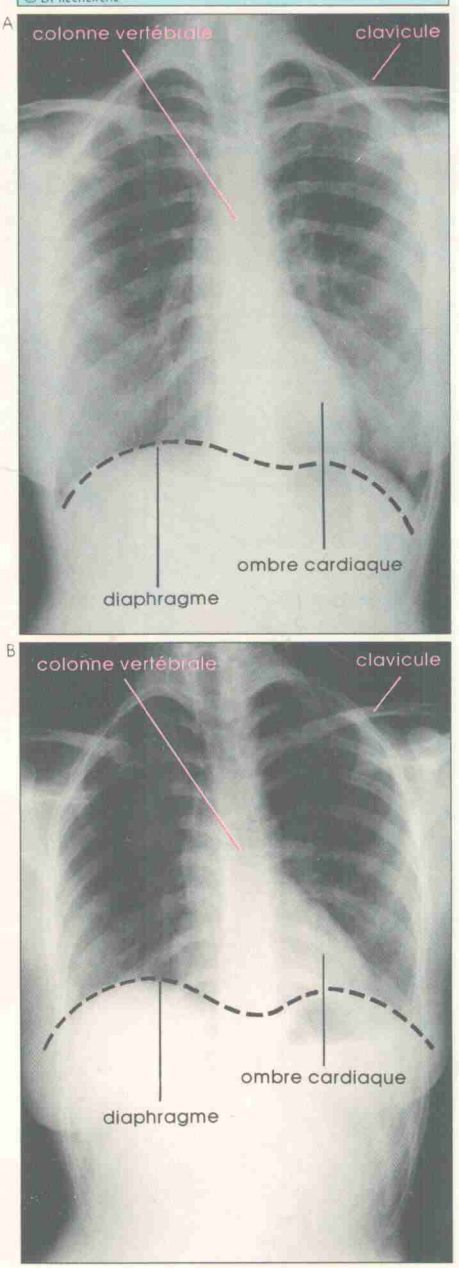
L'expiration, qui est passive dans la respiration courante, devient active dans la parole et volontaire dans le chant où il faut contrôler avec précision l'écoulement du flux aérien. Les muscles intervenant dans l'expiration sont ceux dont l'activité consiste à faire diminuer le volume de la cavité thoracique, c'est-à-dire les muscles abdominaux dont la contraction, associée à la décontraction progressive du diaphragme, va chasser l'air pulmonaire à la manière d'un piston (fig. 2).

Mais les impératifs du chant exigent une intensité sonore régulière qui est liée à la pression subglottique, c'est-à-dire à la pression de l'air pulmonaire au-dessous des cordes vocales. Afin de conserver une pression subglottique constante tout au long de la phase expiratoire, le chanteur doit coordonner l'action des muscles inspiratoires et expiratoires. Ce délicat équilibre est obtenu, ainsi que l'explique Bunch, « en maintenant la position inspiratoire de la cage thoracique le plus longtemps possible tout en contractant les muscles abdominaux et en relâchant progressivement la contraction du diaphragme ». La base de toute éducation vocale repose sur la maîtrise du souffle, le but n'étant pas d'emmagasiner d'énormes quantités d'air mais de savoir contrôler l'expiration de manière à obtenir un débit régulier et une pression subglottique constante. C'est ce que les chanteurs appellent « l'appui du souffle ».

COMMENT PRENDRE RAPIDEMENT LA QUANTITÉ D'AIR NÉCESSAIRE, SANS GÊNER LE FONCTIONNEMENT DES DES ORGANES PHONATEURS

Pour chanter, le type respiratoire le plus efficace est celui qui permet de prendre rapidement la quantité d'air nécessaire, sans induire des tensions musculaires susceptibles d'interférer avec le bon fonctionnement des organes phonateurs. Ainsi, la respiration à prédominance costale est proscrite car elle s'accompagne nécessairement d'une élévation des épaules qui ne peut être réalisée qu'avec la contraction des muscles suspenseurs du larynx, ce qui entrave le fonctionnement de celui-ci. Le type respiratoire le plus utilisé en raison de son efficacité est la respiration costo-abdominale qui permet non seulement de contrôler avec précision la pression expiratoire et le débit, mais





qui possède de plus l'avantage d'augmenter la puissance vocale. Wedin[2] a en effet démontré que le travail intensif de la musculature abdominale latérale pendant cinq jours augmentait l'intensité vocale des sujets entraînés de 6 à 7 décibels. G. Cornut, de Lyon[3], a pour sa part, mis en évidence l'utilisation de groupes musculaires différents selon le travail vocal à accomplir. Il a démontré en effet que « pour les sons tenus, liés ou émis avec une forte intensité, le chanteur d'opéra utilise les abdominaux qui sont des muscles longs ne permettant pas de mouvements rapides mais indispensables pour développer une force expiratoire importante. En revanche, les notes piquées (qui sont des notes brèves, détachées les unes des autres) vont nécessiter l'utilisation des intercostaux, muscles courts permettant des mouvements rapides et précis mais incapables à eux seuls de produire la pression expiratoire indispensable au soutien d'un son tenu ou "forte" ».

Voyons à présent comment fonctionne le deuxième élément de l'appareil vocal : le vibrateur. Le larynx, qui renferme les cordes vocales, est situé à l'extrémité supérieure de la trachée. De quoi est-il constitué ? Juste au-dessus de la trachée, dans son prolongement, se trouve le cartilage cricoïde qui a l'aspect d'une bague dont le chaton serait tourné vers l'arrière. Articulé à ce cartilage cricoïde, le cartilage thyroïde dont la proéminence antérieure constitue la « pomme d'Adam » (fig. 3). Enfin, relié au larynx, d'une part, à la base du crâne, à la langue, à la mandibule, au sternum, à la clavicule et à l'omoplate d'autre part, l'os hyoïde, en forme de fer à cheval ouvert vers l'arrière, qui est le seul os isolé du squelette.

Cette situation privilégiée en fait un élément capital dans le chant, car par son intermédiaire, on va pouvoir contrôler indirectement la mobilité du larynx en utilisant des éléments anatomiques sur lesquels on peut agir consciemment comme la langue, la mandibule ou l'occiput dont on contrôle

Figure 2. Le diaphragme est une cloison musculo-tendineuse, en forme de coupole asymétrique qui sépare le thorax de l'abdomen. Il joue un rôle important dans la respiration. Au cours de l'inspiration, il s'abaisse, augmentant de ce fait le volume de la cage thoracique, ce qui va entraîner une dilatation importante des poumons et leur permettre de se remplir d'air. Au cours de l'expiration, le diaphragme remonte progressivement dans la cavité thoracique et comprime la base des poumons, chassant ainsi l'air pulmonaire à la manière d'un piston (A). Alors que chez un sujet non chanteur la remontée diaphragmatique est de l'ordre de dix centimètres, chez les chanteurs professionnels, elle peut atteindre 18 à 22 centimètres (B).

parfaitement la position (voir « L'arme secrète des chanteurs d'opéra », dans *La Recherche* de février 1990).

Nous allons revenir un peu plus en détail sur le cartilage thyroïde qui a la forme d'un livre ouvert vers l'arrière et à l'intérieur duquel se trouvent les cordes vocales. Selon le point d'ancrage, l'articulation crico-thyroïdienne permet soit au cartilage thyroïde de basculer vers l'avant, soit au cartilage cricoïde de basculer vers l'arrière, le résultat étant dans les deux cas une augmentation de la tension longitudinale des cordes vocales qui, de ce fait, vibreront plus vite (fig. 4). Les cordes vocales sont fixées vers l'avant à l'angle interne du cartilage thyroïde et vers l'arrière, à deux petits cartilages triangulaires appelés aryténoïdes qui reposent sur le chaton du cricoïde. Grâce à leurs facettes articulaires et aux muscles qui les commandent, les aryténoïdes peuvent effectuer des mouvements de rotation, de translation et de bascule, ce qui va avoir pour effet d'écarter ou de rapprocher les cordes vocales, de les épaissir ou de les affiner, d'augmenter ou de diminuer leur tension (fig. 5).

L'armature cartilagineuse dont est formé le larynx est dotée d'une musculature intrinsèque, ou endolaryngée, composée de différents muscles dont la principale fonction est d'assurer l'ouverture et la fermeture des cordes vocales, mais également de modifier leur forme et leur dimension (fig. 6). A cette musculature intrinsèque vient s'ajouter une musculature extrinsèque constituée par les muscles suspenseurs du larynx et destinée à maintenir celui-ci en place, tout en lui laissant une mobilité suffisante pour lui permettre d'effectuer des déplacements verticaux et antéro-postérieurs au cours de la respiration, de la phonation et de la déglutition (fig. 7).

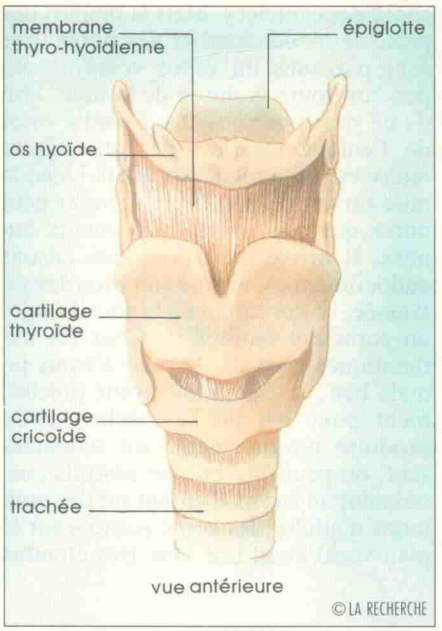
Le dernier élément qui constitue l'appareil vocal est le résonateur. Avec les moyens d'investigation actuels, les spécialistes de la phonation ont la possibilité d'enregistrer le son à la sortie des cordes vocales. C'est ce que l'on appelle le son laryngé. A ce niveau, le seul élément perçu est l'intonation ou mélodie de la phrase. On saura par exemple si le locuteur pose une question ou s'il affirme quelque chose, mais ce qu'il dit demeurera parfaitement incompréhensible. Cette voix à l'état brut va être modifiée en passant dans les différentes cavités de résonance situées au-dessus des cordes vocales pour devenir la parole. Ces cavités, que l'on appelle cavités supra-glottiques, sont constituées par la cavité pharyngale, la cavité buccale et accessoirement les cavités nasale et labiale. En effet, pour les réalisations dites orales, comme par exemple la voyelle « a », l'air pulmonaire s'échappe exclusivement par la bouche car le voile du palais, appliqué contre la paroi postérieure du pharynx, empêche l'accès de l'air aux fosses nasales. En revanche, pour les réalisations dites nasales, comme par exemple, la voyelle « an » par suite de l'abaissement du voile du palais, l'air s'échappe à la fois par la cavité nasale et la cavité buccale.

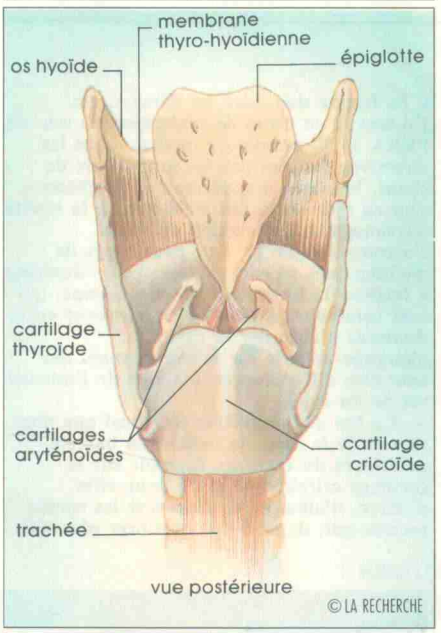
De même, la réalisation de voyelles comme « ou » nécessite une projection labiale importante qui va créer une cavité de résonance supplémentaire entre les lèvres. Les modifications de formes et de dimensions des cavités supra-glottiques sont dues aux mouvements des organes articulateurs (la langue, le voile du palais, la mandibule, les lèvres, le pharynx, le larynx) et permettent la formation des voyelles et des consonnes, dont la succession temporelle constitue le langage.

La voix chantée nécessite un conduit vocal entièrement libre. Si la réalisation des voyelles ne pose pas de problème majeur dans le chant, il n'en va pas de même pour les consonnes. En effet, elles ne peuvent être réalisées qu'avec une obstruction ou un resserrement momentané du conduit vocal, ce qui entrave l'écoulement du flux aérien et vient rompre la continuité de la ligne mélodique[4].

Tout l'art du chanteur consiste donc à trouver un équilibre entre les accommodations bucco-pharyngées indispensables à une émission vocale correcte et les modifications de la cavité buccale nécessaires à l'articulation des sons du langage, qui ne sont pas toujours compatibles et sont souvent même contradictoires.... (voir « Pourquoi ne comprend-on pas les chanteurs d'opéra » dans *La Recherche* de mai 1978).

L'art du chant est l'aboutissement d'une technique vocale parfaite dont le but essentiel est de permettre au futur artiste lyrique de chanter souvent, longtemps, sans effort et sans fatigue. Il ne faut pas oublier que celui-ci devra se produire plusieurs fois par semaine, chanter une soirée entière, dominer un





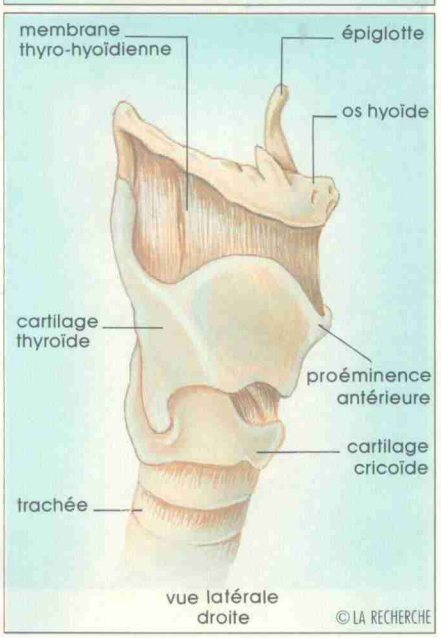


Figure 3. Situé à l'extrémité supérieure de la trachée, le larynx est un organe extrêmement mobile. Il est constitué par différents cartilages qui, imbriqués les uns aux autres, vont permettre, par leurs mouvements respectifs, d'agir sur la forme et les dimensions des cordes vocales. Avec l'âge, l'hypercalcification de ces cartilages ainsi que la raideur articulaire et l'hypotonicité musculaire réduisent la mobilité de l'ensemble, ce qui, associé à des facteurs neurologiques, aboutit au vieillissement de la voix. (D'après Bunch)

(1) M. Bunch, *Dynamics of the singing voice*, Springer-Verlag, 1982.
(2) Wedin, cité dans Tarneaud (*cf.* n° 12).
(3) G. Cornut, *La mécanique respiratoire dans la parole et le chant*, PUF, 1959.
(4) N. Scotto Di Carlo, *Zeitschrift für Phonetik*, 34, 197, 1981.

orchestre de quatre-vingts musiciens ou davantage sans sonorisation, qu'il lui faudra non seulement chanter mais se soumettre aux exigences de la mise en scène : marcher, courir, s'agenouiller, se battre, tomber, se traîner à terre, etc. Tout cela requiert une excellente technique vocale, ainsi qu'une résistance physique et nerveuse à toute épreuve, et va nécessiter un entraînement quotidien intensif.

L'apprentissage de la technique vocale peut commencer très tôt dans le cadre des chorales d'enfants, toutefois le travail vocal précoce pose chez le jeune garçon le problème de la mue, la question la plus controversée étant de savoir si l'on peut ou non chanter pendant la période pubertaire. Certains pédagogues estiment que cela est possible à condition de se montrer prudent dans le choix des exercices. Mais la plupart des professeurs de chant et des phoniatres sont partisans du repos vocal absolu pendant toute la durée de la mue, afin de ne pas compromettre l'avenir vocal de l'enfant. D'après des statistiques réalisées récemment aux Etats-Unis, la mue survient entre 12 et 15 ans et peut durer quelques mois ou plusieurs années. Il arrive que, pour des raisons endocriniennes, la mue soit retardée ou faussée, ce qui confère à la voix du sujet un caractère féminin[5]. Chez les authentiques castrats, la mue n'avait jamais lieu, la castration ayant précisément pour but de l'empêcher de se produire normalement. En schématisant, on peut dire que les castrats possédaient un larynx d'enfant sur des poumons d'adulte, les conséquences sur le plan vocal étant une voix très étendue couvrant plus de trois octaves, une grande puissance vocale et une tenue de souffle exceptionnelle. Ainsi, l'illustre Farinelli pouvait tenir une note près de deux minutes, alors que la durée maximale de vocalisation pour un chanteur professionnel est de l'ordre de trente secondes. Le travail intensif auquel étaient soumis les castrats (neuf à dix heures par jour), leur conférait en outre une agilité vocale peu commune. **B**ien que la castration fût interdite officiellement par l'Eglise à plusieurs reprises, et notamment par Grégoire XIV au XVI[e] siècle puis par Clément XIV au milieu du XVIII[e] siècle, les castrats continuèrent à figurer dans les chœurs de la Chapelle Sixtine jusqu'en 1903, date à laquelle ils en furent définitivement bannis par le pape Léon XIII. L'interdiction faite aux femmes de

L'émission de l'aigu

L'émission de l'aigu est un problème auquel tout chanteur se trouve confronté à un moment ou un autre de ses études ou de sa carrière. Si quelques privilégiés possèdent des aigus naturels, la plupart des chanteurs passent des années à les chercher, d'autres les trouvent par hasard. La littérature lyrique abonde d'ailleurs en « recettes » de toutes sortes que se transmettent les chanteurs de génération en génération pour acquérir ou améliorer leurs aigus et qui témoignent non seulement de l'importance que cela peut avoir pour eux, mais aussi de la confusion qui règne dans les esprits. Les conseils prodigués par les professeurs de chant ne sont pas de nature à élucider la question puisqu'on entend quotidiennement des consignes du type « Soulève ton voile ! », « Abaisse ton voile ! », « Ouvre ta bouche en longueur ! », « Ouvre ta bouche en largeur ! », « Ta langue doit être plate », « Ta langue doit faire un dôme », etc.

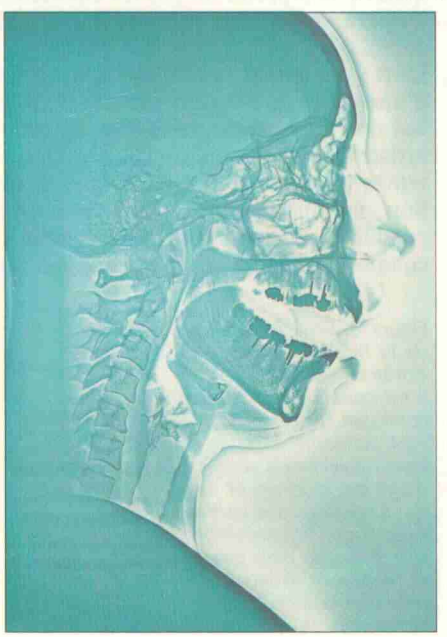
Un travail en cours de réalisation au sein de l'URA 261[8] permet de constater que les directives données par les professeurs de chant, bien que d'apparence contradictoire, sont en fait tout à fait conformes à la réalité physiologique. L'émission de l'aigu s'accompagne en effet de deux types de modifications physiologiques : celles destinées à faciliter la bascule thyro-cricoïdienne, qui sont communes à tous les chanteurs et celles destinées à accorder la cavité pharyngo-buccale sur le son laryngé, qui vont être différentes en fonction de l'intensité vocale du sujet.

— Le but des premières est, ainsi que nous venons de le dire, de faciliter la bascule antérieure du cartilage thyroïde sur le cartilage cricoïde, ce qui a pour effet d'étirer, d'allonger et d'amincir les cordes vocales qui, de ce fait vont vibrer plus vite.

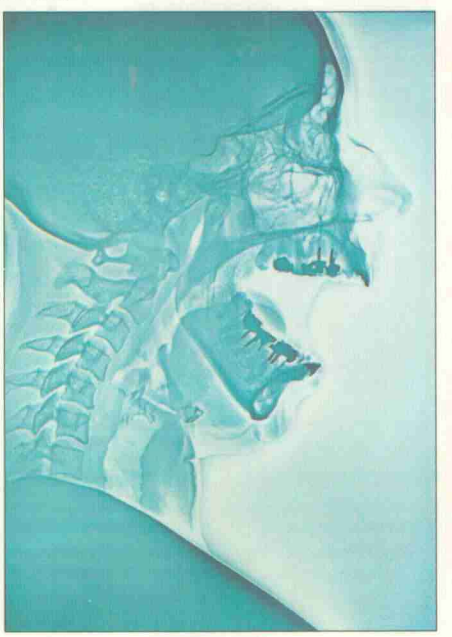
Les modifications les plus importantes que l'on peut observer pour tous les types de voix, lors de l'émission d'une note aiguë par rapport à une note grave, sont les suivantes : augmentation de l'ouverture buccale, antériorisation de la masse linguale, verticalisation de l'os hyoïde, bascule antérieure du cartilage thyroïde, convexité postérieure de la courbure pharyngo-trachéale, dilatation de l'espace hypo-pharyngé, postériorisation du pharynx et du larynx, postériorisation du rachis cervical, inversion de la courbure cervicale (la lordose physiologique faisant place à une cyphose fonctionnelle) (voir aigu 1, 2 et 3).

— Le second type de modifications physiologiques est destiné à accorder les cavités de résonance sur le son laryngé. Ces modifications vont être différentes, voire totalement opposées selon que le chanteur aura une voix puissante ou légère :

1 SOPRANO LYRIQUE

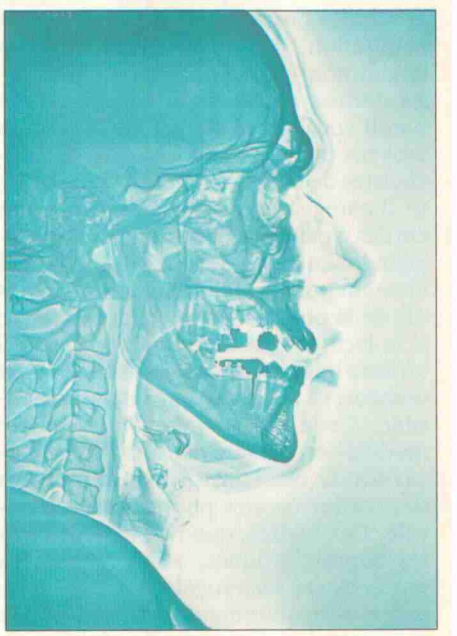


grave [a] sur do_3



aigu [a] sur do_5

2 TÉNOR



grave [a] sur do_2

chanter dans les églises et sur les scènes romaines est à l'origine de la place prépondérante qu'occupèrent les castrats pendant près de deux siècles. Après l'abandon de la castration, les femmes reprirent leurs prérogatives et c'est tout naturellement à elles que vont être attribués désormais les emplois correspondant à leur voix.

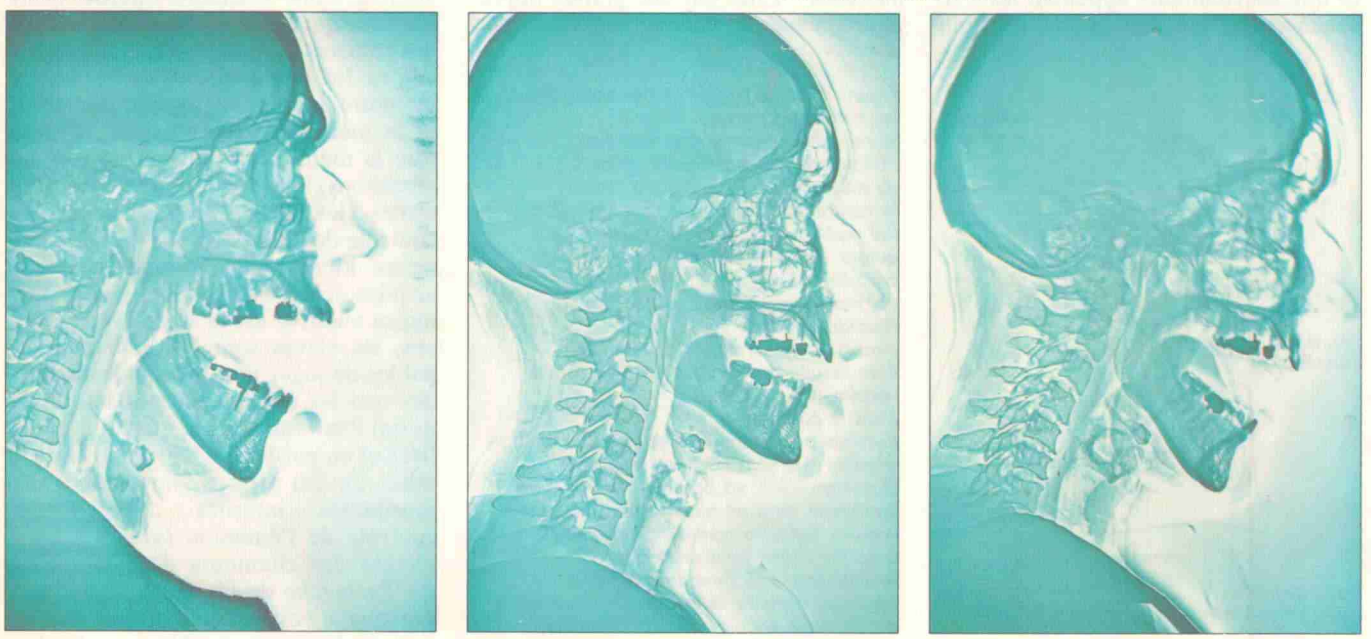
L'évolution de l'art lyrique conduit à une spécialisation de plus en plus grande des emplois qui entraîne par voie de conséquence l'apparition d'une multitude de catégories vocales. En effet, si l'usage est de répartir l'ensemble des voix des chanteurs en six catégories principales qui sont, en allant de l'aigu vers le grave : pour les voix de femmes, le soprano, le mezzo-soprano, le contralto ; pour les voix d'hommes, le ténor, le baryton, la basse ; on va très vite leur ajouter une multitude de sous-catégories dont les appellations tiennent compte de la tessiture (partie de l'étendue vocale dans laquelle le chanteur est à l'aise), de l'intensité de la voix, du timbre, et de l'emploi au théâtre. Près de quatre-vingt-dix termes sont actuellement utilisés en France pour désigner les différents types de voix. Ainsi, par exemple, la catégorie des sopranos se subdivise en sept sous-catégories qui sont en allant de l'aigu vers le grave : le soprano léger colorature, le soprano léger, le soprano lyrique léger, le soprano lyrique, le soprano grand lyrique, le soprano lirico-spinto, le soprano dramatique. Il en va de même pour chacune des autres principales catégories vocales[6]. En ce qui concerne les voix d'enfants, ce classement se limite à deux catégories essentielles : les voix aiguës ou voix de sopranos ; et les voix graves ou voix de contraltos.

LES VOIX DES CHANTEURS SE RÉPARTISSENT EN SIX CATÉGORIES PRINCIPALES. CLASSER UN DÉBUTANT EST TOUJOURS DIFFICILE

Le classement vocal d'un chanteur débutant dans l'une des six catégories de base constitue l'un des problèmes les plus délicats auquel se trouvent confrontés le professeur de chant, l'odologue, c'est-à-dire le spécialiste de la voix chantée, et le phoniatre[7].

— Chez les chanteurs possédant des voix puissantes, on observe pendant l'émission des notes aiguës : un abaissement important du bloc laryngé qui se situe entre les sixième et septième vertèbres cervicales (C6/C7) (alors qu'en position de repos, il est au niveau de C4/C5 pour les femmes et de C5/C6 pour les hommes), un soulèvement du voile du palais, un abaissement de la masse linguale, une ouverture bucco-labiale verticale, une forte labialisation (projection antérieure des lèvres) (voir 2). Toutes ces modifications physiologiques correspondent à ce que les chanteurs et les professeurs de chant appellent la « *couverture des sons* ».
Du point de vue acoustique, l'abaissement du larynx, associé au soulèvement du voile du palais a pour effet d'allonger le tractus vocal (c'est-à-dire le conduit qui va des cordes vocales aux lèvres). D'autre part, l'abaissement de la masse linguale va augmenter le volume de la cavité buccale, encore agrandie par l'adjonction d'un résonateur labial (dû à la projection des lèvres) et par la forme de l'ouverture bucco-labiale, ce qui va renforcer les harmoniques graves et conférer au son correspondant un timbre sombre.
— Chez les chanteurs possédant un faible volume sonore, on observe pendant l'émission de l'aigu : une légère élévation du bloc laryngé qui va se situer entre C3 et C4, un abaissement et une tension transversale du voile du palais, une élévation de la partie post-dorsale de la langue, une ouverture bucco-labiale horizontale, un étirement latéral des commissures labiales (voir 3).
Sur le plan acoustique, l'élévation du larynx, associée à l'abaissement du voile du palais, a pour effet de raccourcir le tractus vocal. L'élévation de la partie post-dorsale de la langue va quant à elle réduire le volume du résonateur buccal. Enfin, en plaquant les dents contre l'arcade dentaire, l'étirement latéral des commissures labiales va avoir pour conséquence de supprimer le résonateur labial, ce qui, associé à une ouverture bucco-labiale horizontale, va diminuer encore le volume de la cavité buccale. Dans ce cas, ce sont les harmoniques aigus qui seront renforcés. La voix aura par conséquent un timbre clair. Les techniques analysées ici ne représentent que deux types extrêmes entre lesquels se situent une infinité de techniques intermédiaires. En conclusion, on peut émettre des aigus soit avec un voile soulevé, une langue plate, une ouverture bucco-labiale verticale, une projection labiale importante, si l'on possède une voix puissante, soit avec un voile abaissé, le dos de la langue soulevé, une ouverture bucco-labiale horizontale et un étirement labial important, si l'on possède une voix légère.

DRAMATIQUE — 3 SOPRANO LÉGER COLORATURE



aigu [a] sur do_4 — grave [a] sur do_3 — aigu [a] sur do_5

(5) D. Autesserre et N. Scotto Di Carlo, *Chant et paroles*, Vidéofilm, 1986 (coproduction CNRS/Ministère des Affaires culturelles).
(6) N. Scotto Di Carlo, « Le classement et la classification des voix », *Actes des XIe journées de formation post-universitaire de la Faculté de Médecine de Marseille*, 2, 1984.
(7) N. Scotto Di Carlo, *TIPA*, 7, 277, 1980.
(8) N. Scotto Di Carlo, « Les mécanismes physiologiques de l'aigu », à paraître dans *Folio Phoniatrica*.

Outre le timbre et l'intensité vocale, le critère essentiel sur lequel on se fonde pour classer une voix est la tessiture.

LORSQU'IL PASSE DU GRAVE À L'AIGU, LE CHANTEUR DOIT ACCORDER LE VOLUME DES CAVITÉS DE RÉSONANCE AVEC LE SON LARYNGÉ

■

Chaque individu dispose d'un certain nombre de notes de l'infra-grave au suraigu, qu'il peut émettre avec plus ou moins de facilité et qui forment son étendue vocale, alors que sa tessiture sera constituée par la partie de l'étendue vocale qu'il peut émettre avec le maximum de facilité. L'amélioration de la technique vocale au cours des études de chant tend à faire coïncider les limites de la tessiture avec celles de l'étendue vocale, d'où la confusion fréquente entre les deux termes. La tessiture moyenne des voix masculines est de 2 octaves + 1 tierce, celle des voix féminines de 2 octaves 1/2 à 3 octaves. (A noter que dans la parole, les modulations de hauteur qui constituent l'intonation dépassent rarement l'octave.)

La tessiture est elle-même subdivisée en trois principaux registres qui sont : le grave, le médium et l'aigu, auxquels correspondent trois modes d'émission : la voix de poitrine pour le grave, la voix mixte pour le médium, la voix de tête et la voix de fausset pour l'aigu.

Pourquoi ces appellations de « voix de poitrine » et de « voix de tête » ? Tout simplement à cause de la localisation de ce que les chanteurs appellent les « résonances ». Il s'agit en fait des sensibilités internes produites par les vibrations laryngées et transmises au squelette. Ces sensibilités internes se situent au niveau des parois thoraciques pour le grave, d'où l'impression pour le chanteur que sa voix lui « résonne » dans la poitrine, et dans le massif crânio-facial pour l'aigu, ce qui donne au chanteur l'illusion que sa voix lui « résonne » dans la tête.

Quelle est la fonction des sensibilités internes ? Elles ont une grande importance dans le chant, car elles permettent aux chanteurs de placer leur voix en leur fournissant des points de repère et des moyens de contrôle de leur émission, plus fiables que le contrôle auditif qui est sujet à des modifications importantes en fonction de l'acoustique des salles.

Comment se fait l'acquisition des sensibilités internes ? C'est par l'oreille seule que le professeur va guider l'élève et lui apprendre à associer une image auditive à une sensibilité interne. Cette pratique qui relève du conditionnement des réflexes permet de faire acquérir à l'élève la mémoire kinesthésique, ou mémoire des mouvements musculaires, et la mémoire pallesthésique, c'est-à-dire la mémoire de la localisation des vibrations les plus intenses qui sont toutes les deux indispensables au contrôle de l'émission. Tant que la mémoire kinési-pallesthésique n'est pas acquise, c'est-à-dire tant que la mémoire auditive est la seule à être utilisée, les élèves sont absolument incapables de juger leur propre production dès que les conditions dans lesquelles ils ont l'habitude de chanter sont modifiées et en particulier l'acoustique de la salle. Ce qui prouve l'importance des sensibilités internes dans l'autocontrôle de l'émission (voir « L'arme secrète des chanteurs d'opéra » dans *La Recherche* de février 1990).

Lorsque la voix est bien placée, elle est non seulement agréable à entendre, mais elle possède une portée qui se

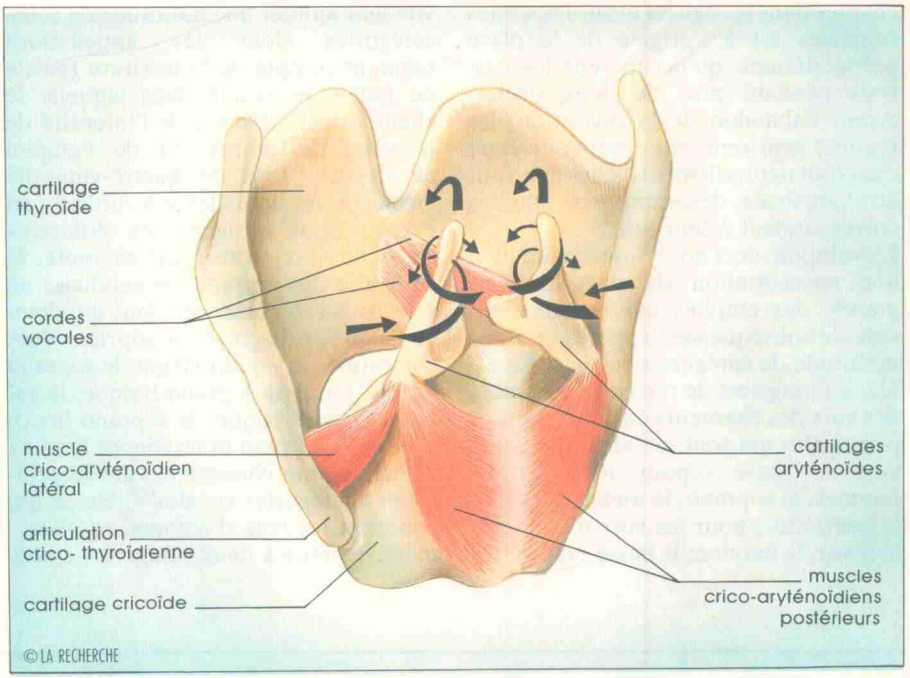


Figure 5. Les cordes vocales sont fixées vers l'avant à l'angle interne du cartilage thyroïde et vers l'arrière à deux petits cartilages triangulaires appelés aryténoïdes qui reposent sur le chaton du cartilage cricoïde. Grâce à leurs facettes articulaires et aux muscles qui les commandent, ils peuvent effectuer des mouvements de rotation, de translation et de bascule qui auront pour effet d'écarter ou de rapprocher les cordes vocales, de les épaissir ou de les affiner, d'augmenter ou de diminuer leur tension. (D'après Bouchet-Cuilleret)

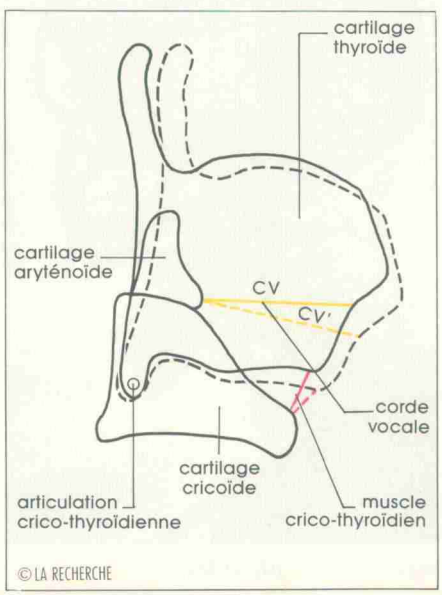


Figure 4. Lorsqu'on émet des notes aiguës, les cordes vocales qui doivent vibrer très rapidement se tendent, s'allongent et s'amincissent grâce à un mécanisme physiologique simple : la contraction du muscle crico-thyroïdien fait pivoter le cartilage thyroïde autour de l'articulation crico-thyroïdienne et l'incline vers l'avant sur le cartilage cricoïde qui reste fixe, ainsi que les cartilages aryténoïdes. Il en résulte un allongement des cordes vocales (CV' > CV). Mais le cartilage thyroïde peut rester fixe et c'est le cartilage cricoïde qui, sous l'action du muscle crico-thyroïdien, va basculer vers l'arrière, entraînant ainsi un allongement des cordes vocales. Enfin, la contraction du muscle crico-thyroïdien peut provoquer simultanément la bascule antérieure du cartilage thyroïde et la bascule postérieure du cartilage cricoïde, ce qui aboutira également à un allongement des cordes vocales. (D'après Le Huche)

traduit sur le plan acoustique par un renforcement des harmoniques dans la région des 3 000 Hz. C'est ce que J. Sundberg, chercheur au Royal Institute of Technology de Stockholm[9], appelle le « Singing Formant » et que d'autres avant lui avaient baptisé le « ring ». Ce « ring » ou « Singing Formant » qui est toujours présent dans une voix cultivée quelle que soit la voyelle utilisée, la fréquence ou l'intensité du son émis, permet au chanteur d'échapper à l'effet de masque de l'orchestre (dont l'énergie sonore maximale est située aux alentours de 450 Hz). Les instruments comme le clairon ou la trompette, qui ont une grande portée sonore, présentent la même caractéristique de renforcement des harmoniques aux alentours de 3 000 Hz. De même, dans le chant du coq qui, comme chacun sait, porte très loin, on retrouve un pic d'intensité important vers 3 000 Hz[10] (fig. 8). Pourquoi cette région spectrale située au voisinage de 3 000 Hz détermine-t-elle la portée d'un son ?

Tout simplement parce que, d'une part, elle se trouve au-delà de la zone d'intensité maximale des différents bruits qui constituent notre environnement sonore et que, d'autre part, elle correspond à la bande de fréquences où l'acuité auditive est optimale. L'oreille, en effet, ne perçoit pas de la même façon des intensités sonores identiques selon qu'elles sont situées dans le grave ou l'aigu. Les relations entre l'intensité sonore physique et l'intensité sonore perçue étant extrêmement complexes, on retiendra seulement que la sensibilité auditive croît de 25 à 3 000 Hz. Afin de mieux comprendre les mécanismes utilisés dans le chant pour amplifier la voix sans effort ni fatigue, prenons un exemple concret. Si l'on fait vibrer un diapason à proximité d'une boîte dont la fréquence de résonance est égale à celle du diapason, le son de celui-ci, à peine audible à l'extérieur, va être renforcé par la cavité de résonance que constitue la boîte et va s'entendre parfaitement. C'est ce principe que l'on utilise pour chanter. Si l'on remplace le diapason par les cordes vocales et la boîte par la cavité pharyngo-buccale, pour émettre un son assez puissant sans avoir à fournir d'efforts, il suffit d'accorder les cavités de résonance (à savoir la cavité pharyngale et la cavité buccale) sur le son laryngé en modifiant leur forme et par conséquent leur volume.

Mais lorsqu'on chante du grave à l'aigu, il arrive un moment où les cavités de résonance ne sont plus en accord avec le son laryngé et ne l'amplifient plus. Il faut donc réajuster le volume du résonateur pharyngo-buccal, le ré-accorder en quelque sorte sur le son laryngé. C'est ce que les chanteurs appellent « effectuer le passage ». Lorsqu'il est correctement exécuté, le

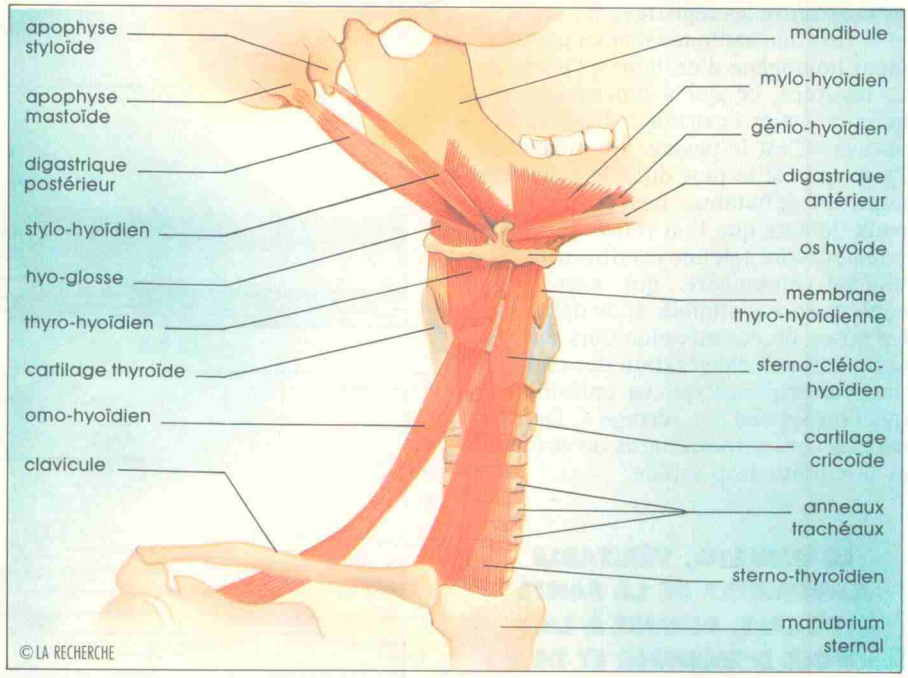


Figure 7. Le larynx est rattaché aux structures osseuses environnantes par les muscles extrinsèques que l'on divise généralement en deux groupes : les muscles sus-hyoïdiens qui le relient à la base du crâne et à la mandibule et les muscles sous-hyoïdiens qui le rattachent à la ceinture scapulaire. Ce réseau musculaire est à la fois assez ferme pour assurer le haubanage du larynx qui n'est soutenu que par la trachée sur laquelle il repose, et assez souple pour lui permettre les déplacements verticaux et antéro-postérieurs qu'il effectue au cours de la respiration, de la phonation et de la déglutition.

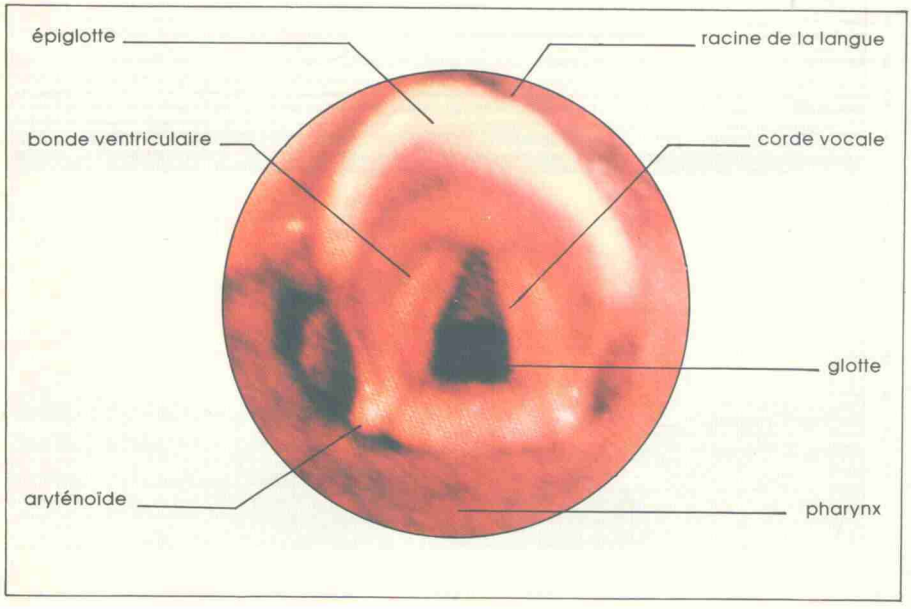
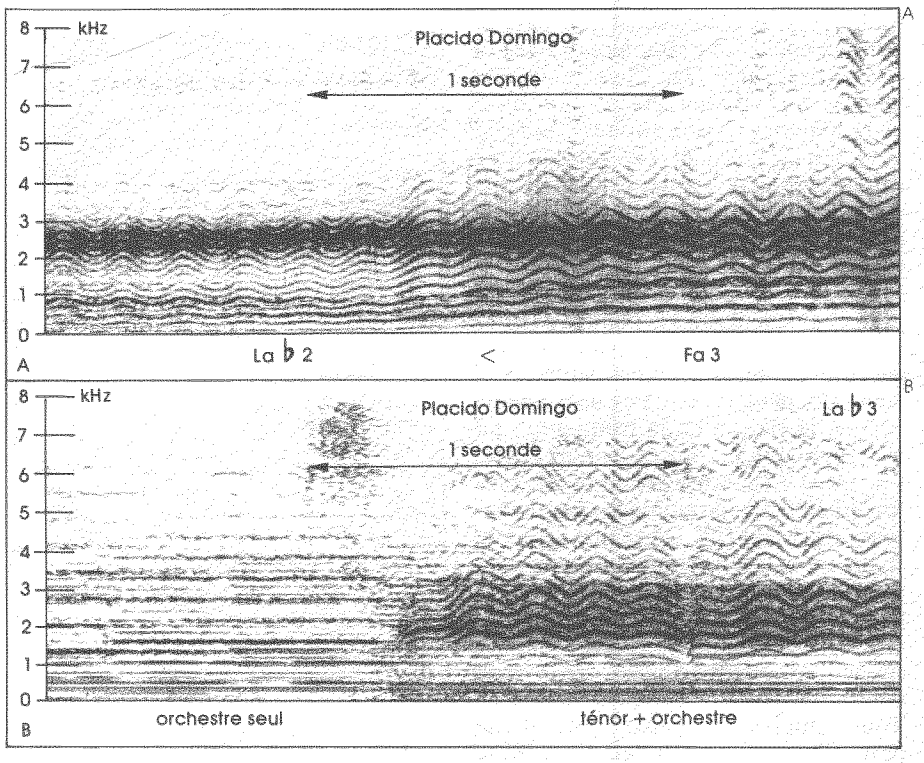


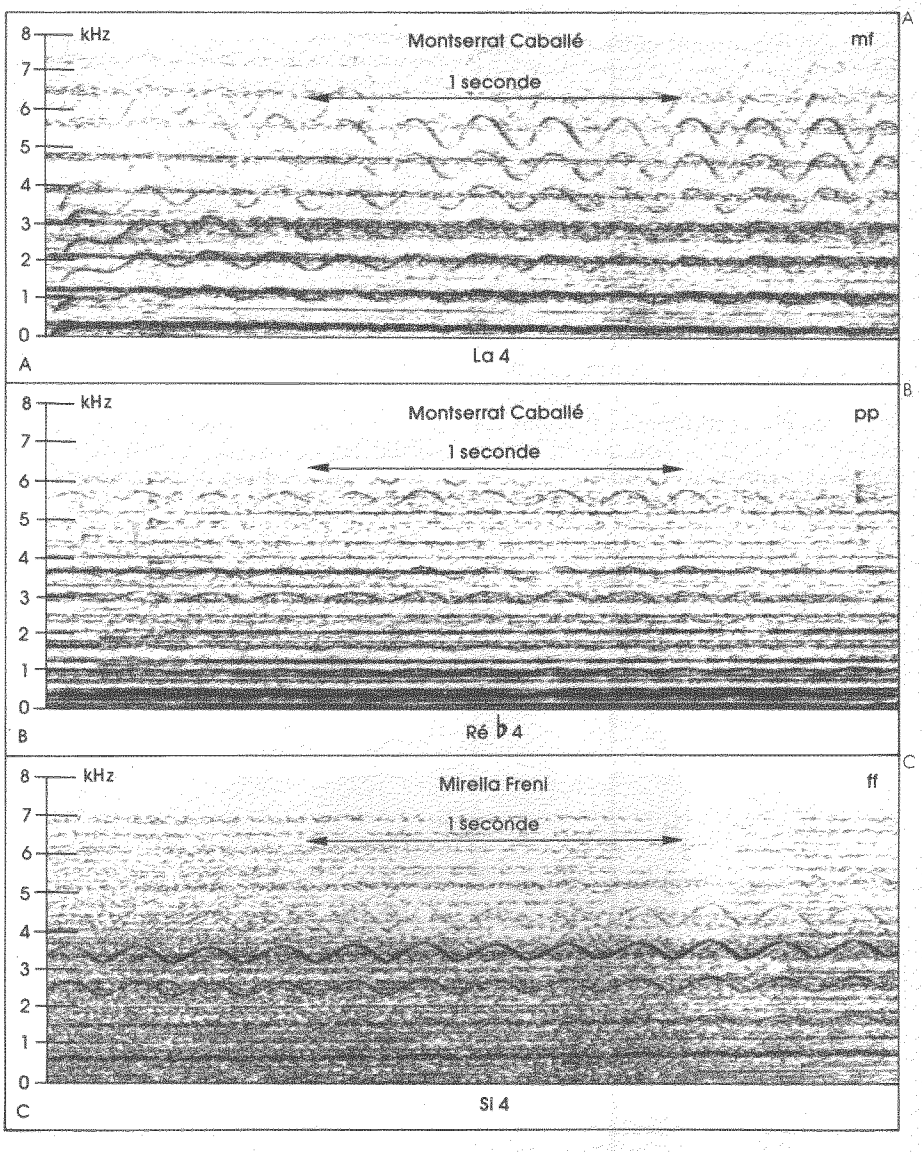
Figure 6. L'espace triangulaire circonscrit par les cordes vocales s'appelle la glotte. Elle est largement ouverte pendant la respiration et se ferme, selon l'axe médian, au cours de la phonation, pour s'ouvrir à intervalles réguliers en fonction de la vibration des cordes vocales. L'épiglotte, que l'on peut observer en haut de l'image obtenue par fibroscopie, est un cartilage fibro-membraneux en forme de feuille qui constitue en quelque sorte le « couvercle » du larynx. En effet, pendant le second temps de la déglutition, l'épiglotte se rabat sur la partie supérieure du cartilage thyroïde de manière à éviter que le bol alimentaire ne pénètre dans les voies respiratoires. Le deuxième clapet de sécurité dont nous sommes pourvus est le voile du palais qui, lors du premier temps de la déglutition, vient se plaquer contre la paroi postérieure du pharynx afin d'empêcher le reflux des aliments vers les fosses nasales (voir la figure 1). (Fibroscopie par le Dr Dumon, hôpital Sainte-Marguerite, Marseille ; Cliché J.-P. Simon)

(9) J. Sundberg, *STL-QPSR*, 2/3, 679, 1972.
(10) N. Scotto Di Carlo et D. Autesserre, *TIPA*, 13, 131, 1989-1990.

passage entre les registres est inaudible et la voix du chanteur est alors parfaitement homogène d'un bout à l'autre de sa tessiture, ce qui a amené certains auteurs à nier l'existence des registres vocaux. C'est le passage du médium à l'aigu qui est le plus difficile à réaliser pour les débutants. Les deux principaux défauts que l'on rencontre généralement sont soit une insuffisance de la tonicité musculaire qui aura pour conséquence d'affaiblir et de détimbrer les notes situées aux alentours du passage, soit une exagération des contractions musculaires qui va entraîner ce que l'on appelle le « serrage ». Dans ce cas, les sons seront criards ou stridents et le vibrato trop rapide.

LE VIBRATO, VÉRITABLE BAROMÈTRE DE LA SANTÉ VOCALE, PERMET À LA VOIX D'ÉMERGER ET DE SE DÉTACHER DE L'ORCHESTRE





Le vibrato de la voix chantée est caractérisé par des variations périodiques de fréquence et d'intensité qui peuvent être synchrones ou en opposition de phase. Il résulte d'un parfait équilibre entre les différentes coordinations musculaires nécessaires à l'exécution du geste vocal, ce qui explique qu'on ne le trouve que dans les voix travaillées et que toute manœuvre vocale défectueuse ait un retentissement sur sa qualité. Il se détériore en cas de mauvaise utilisation de l'appareil phonatoire ou avec l'âge. Les paramètres principalement atteints sont l'amplitude (c'est-à-dire l'intervalle musical compris entre les valeurs extrêmes du son vibré) et la périodicité (c'est-à-dire le nombre de modulations de fréquence par unité de temps) : en ce qui concerne l'amplitude, la norme est située entre 1/4 et 3/4 de ton. Au-dessous d'1/4 de ton, le son est mat, dur, désagréable ; au-dessus d'un ton, le son est instable : on dit que la voix bouge. Pour la périodicité, la norme est située entre 5 et 7 périodes par seconde. Au-dessous de 5, la voix chevrote et au-dessus de 7, il y a trémolo[11]

Mais outre ce rôle de « baromètre de la santé vocale », le vibrato a plusieurs fonctions : il a tout d'abord une fonction esthétique indéniable. Un son émis sans vibrato est en effet désagréable à l'oreille car il paraît dur, plat, mat, détimbré, inexpressif. Le vibrato permet également de chanter moins juste : lorsque son amplitude atteint un demi-ton par exemple, cela signifie que le chanteur a une marge de sécurité d'un demi-ton à l'intérieur de laquelle il peut

Figure 8. Le sonagraphe est un appareil qui fournit l'analyse spectrale en trois dimensions de tous les phénomènes sonores. Sur le document obtenu, appelé « sonagramme », la fréquence est représentée en ordonnée, le temps en abscisse, quant à l'intensité, c'est le degré de noircissement du papier qui en donne une indication qualitative. Le « Singing Formant » (SF) qui est responsable de la portée de la voix est caractérisé par un renforcement des harmoniques situés entre 2 000 et 3 000 Hz pour les voix masculines et entre 3 000 et 4 000 Hz pour les voix féminines. Chez les chanteurs lyriques professionnels, il est toujours présent, quelle que soit la fréquence ou l'intensité du son émis. On peut constater sur le sonagramme A, représentant deux notes chantées sur la voyelle [a] par Placido Domingo, que le SF reste à une hauteur fixe malgré une montée de sixte accompagnée d'un crescendo (augmentation d'intensité). Les professeurs de chant disent que les deux notes sont chantées « dans le même trou ». L'une des fonctions du SF est de permettre à la voix du chanteur de passer l'orchestre sans avoir à fournir d'efforts particuliers. On voit très nettement sur le sonagramme B que le spectre de raies formé par les instruments de l'orchestre est noyé sous le SF du ténor.

Figure 9. Le vibrato augmente l'efficience vocale du chanteur en permettant à sa voix d'échapper à l'effet de masque de l'orchestre. Sur le sonagramme A qui représente une note chantée mezzo-forte par Montserrat Caballé sur unisson d'orchestre, on peut observer que le vibrato (tracé d'allure sinusoïdale) se détache très nettement du spectre de raies formé par les instruments, ce qui signifie que malgré l'intensité sonore déployée par l'orchestre, la voix du soprano s'entendra parfaitement. Le sonagramme B correspond à l'analyse de l'un des célèbres pianissimi de Montserrat Caballé sur accompagnement orchestral mezzo-forte. Ici encore, c'est grâce au vibrato que la voix de la cantatrice pourra être entendue jusqu'au fond de la salle. Le sonagramme C représente une note émise fortissimo par Mirella Freni sur un accompagnement orchestral fortississimo. Dans ce cas, ce sont le vibrato et le Singing Formant qui vont permettre à la voix de la cantatrice de passer facilement l'orchestre.

se permettre des variations de hauteur sans que les auditeurs s'en aperçoivent. Selon E. Leipp, spécialiste d'acoustique musicale et ancien chef du laboratoire d'acoustique de l'université de Paris VI[12], le vibrato permet également de chanter moins fort : « On sait qu'un son fixe met à contribution une cellule nerveuse particulière qui se fatigue et devient de moins en moins efficace. Avec le vibrato, chacune d'elles a le temps de récupérer (période réfractaire) et un son vibré paraît plus intense que le même son non vibré, pour cette raison ». Le vibrato sert enfin, toujours selon Leipp, à augmenter l'efficience vocale en permettant à la voix d'échapper à l'effet de masque de l'orchestre. « Sur un sonagramme qui transpose visuellement la réalité telle qu'elle est perçue, les instruments de l'orchestre apparaissent sous la forme d'un spectre de raies. La voix avec son vibrato émerge et se détache aisément de l'accompagnement orchestral (fig. 9). Le vibrato permet donc d'augmenter le rendement vocal à moindre frais. »

Dans la mesure où il reflète une utilisation correcte de l'appareil vocal, le vibrato permet au professeur de chant de diagnostiquer certains défauts chez l'élève, en particulier ceux qui relèvent de la coordination entre la respiration et la phonation. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, le rendement vocal (représenté par le rapport efficacité/fatigue) ne dépend pas du bon fonctionnement de chacun des trois étages de l'appareil phonatoire (soufflerie pulmonaire, vibrateur laryngé, résonateur pharyngo-buccal), mais résulte d'une parfaite coordination entre ces trois niveaux. La coordination, entre le souffle et le fonctionnement laryngé que J. Tarneaud, ancien laryngologiste du Conservatoire national de musique de Paris[13], appelait la « coordination pneumo-phonique » va permettre une régulation très fine de la pression subglottique en fonction de la fréquence et de l'intensité du son émis et assurer ainsi une fourniture laryngée correcte, tandis que l'accommodation des cavités de résonance sur le son laryngé appelée par Tarneaud « accord phono-résonantiel » sera responsable de la qualité acoustique du son, notamment en ce qui concerne son timbre et sa couleur.

POUR APPRENDRE À CHANTER, IL FAUT OUBLIER LES AUTOMATISMES DE LA PAROLE ET ACQUÉRIR DES COORDINATIONS MUSCULAIRES TRÈS COMPLEXES

■

Pour arriver à obtenir d'un élève la réalisation de toutes les coordinations neuro-musculaires nécessaires à l'apprentissage du chant, le professeur utilise toute une série de métaphores qui coïncident rarement avec la réalité physiologique, mais qui permettent généralement à l'élève de comprendre ce que l'on attend de lui. Cependant, dans la mesure où l'on ne possède aucun moyen d'agir consciemment sur certains éléments de l'appareil vocal, comme par exemple le diamètre pharyngal, la position du voile du palais ou celle du larynx, des consignes du type : « Ouvre ton pharynx ! », « soulève ton voile ! » ou « baisse ton larynx ! » posent d'énormes problèmes au chanteur débutant. Pourtant, après un certain nombre d'années d'études, l'élève sera parfaitement capable de les exécuter. Comment est-il possible d'acquérir des gestes ou des mouvements qui échappent totalement au contrôle volontaire et qui de plus nécessitent des ajustements musculaires extrêmement précis ? Les recherches récentes réalisées en psychologie expérimentale sur les apprentissages moteurs et relatées par M. Denis, N. Chevalier et S. Eloi, du Centre d'étude de psychologie cognitive d'Orsay[14], démontrent que le fait d'imaginer qu'on exécute un mouvement s'accompagne d'une activité neuro-musculaire subliminale (détectable par électromyographie) au niveau des muscles impliqués dans l'exécution de ce mouvement.

L'une des hypothèses avancées pour expliquer que la répétition mentale d'un geste ou d'un mouvement favorise son exécution effective et en améliore la performance est que cette activité musculaire laisserait une trace du mouvement qui serait enregistrée puis stockée sous forme d'image kinesthésique et réutilisée lors de l'exécution du mouvement réel. On pourrait donc supposer que dans l'acquisition de mouvements, qui ne sont pas sous la dépendance du contrôle volontaire comme c'est le cas pour le chant, le programme moteur, activé par la représentation mentale du mouvement à accomplir finirait par déclencher celui-ci.

Si l'apprentissage du chant est si difficile, c'est parce qu'il faut faire abstraction des automatismes utilisés dans la parole pour acquérir de nouvelles coordinations neuromusculaires extrêmement complexes, sans aucune aide visuelle ou tactile comme c'est le cas pour l'apprentissage des autres instruments de musique. A cette difficulté, vient s'ajouter, la recherche constante d'un délicat équilibre entre l'esthétique du son et l'intelligibilité du texte chanté. Mais c'est précisément la faculté d'associer des paroles à la musique qui fait de la voix humaine le plus complet et le plus émouvant de tous les instruments. ■

POUR EN SAVOIR PLUS

■ Y. Barthélémy, *La voix libérée*, Laffont, 1984.
■ M. Bunch, *Dynamics of the Singing Voice*, Springer-Verlag, 1982.
■ G. Cornut, *La voix*, PUF, 1986.
■ R. Cross, *La voix dévoilée*, Romillat, 1991.
■ C. Dinville, *La voix chantée*, Masson, 1982.
■ M.L. Dutoit-Marco, *Tout savoir sur la voix*, Favre, 1985.
■ R. Miller, *The structure of Singing*, McMillan, 1986.
■ J. Pierlot, *Le Chant*, Denoël, 1983.
■ M.C. Pfauwadel, *Respirer, parler, chanter*, Le Hameau, 1981
■ L.J. Rondeleux, *Trouver sa voix*, Seuil, 1977.
■ J. Tarneaud, *Traité pratique de phonologie et de phoniatrie*, Maloine, 1961.

(11) N. Scotto Di Carlo, « Le vibrato de la voix chantée : production, perception, pathologie », article d'admission au Collège International des Médecins de Théâtre, New York, 1974.
(12) E. Leipp, *Acoustique et musique*, Masson, 1971.
(13) J. Tarneaud, *Traité pratique de phonologie et de phoniatrie*, Maloine, 1961.
(14) M. Denis, N. Chevalier, et S. Eloi, « Imagerie et répétition mentale dans l'acquisition d'habiletés motrices », Document du Centre d'étude de psychologie cognitive d'Orsay, Université de Paris-Sud, 11, 1988.